

Damping effect of rootstocks on pepper plants against saline stress

Efecto amortiguador de los portainjertos en plantas de pimiento frente a estrés salino

A. Gálvez^{1*}, J. López-Marín¹

¹Hortofruticultura, IMIDA (Instituto Murciano de I+D Agrario y Alimentario). C/ Mayor s/n La Alberca. 30150 (Murcia), España. (www.imida.es)

*1297@coitarm.es.

Abstract

Saline stress is among those classified as abiotic, one of the highest incidence in arid and semi-arid regions, being one of the main environmental irregularities that limits its growth and reduces its productivity. Among the plant species that are grown in the Mediterranean area, the pepper occupies a primordial place, being considered sensitive to salinity. The objective of this work was to study the damping effect of the portagrafts in pepper plants in greenhouse in front of saline stress. The experiment was carried out in a greenhouse, growing the plants in containers of 10 L capacity, on a mixture of horticultural substrate, sand and vermiculite. The commercial variety used was 'Gacela', which was grafted onto the grafts 'Atlante', 'Creonte' and 'Terrano', and their behaviors were compared with those of the grafted variety on itself and without grafting. The effects were evaluated on: vegetative, photosynthetic and production. The results indicated that saline stress affected the yields of all combinations of portagrafts, occurring to a lesser extent with 'Creonte' and 'Atlante', with 44.5 and 43.7%, respectively, and finding that this decrease was raised to 54.1 and 60%, in cases of grafting autograft of the variety and grafting without grafting.

Keywords: *Capsicum annuum*; salinity; yield; grafting.

Resumen

El estrés salino es, dentro de los clasificados como abióticos, uno de los de mayor incidencia en los cultivos de regiones áridas y semiáridas, siendo una de las principales irregularidades medioambientales que limita su crecimiento y reduce su productividad. De entre las especies vegetales que se cultivan en el área mediterránea, el pimiento ocupa un lugar primordial, considerándose sensible a salinidad. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto amortiguador que ejercen los porta-injertos en plantas de pimiento en invernadero frente a estrés salino. El ensayo se llevó a cabo en invernadero, cultivando las plantas en contenedores de 10 L de capacidad, sobre una mezcla de sustrato hortícola, arena y vermiculita. La variedad comercial utilizada fue 'Gacela', que fue injertada sobre los porta-injertos, 'Atlante', 'Creonte' y 'Terrano', y sus conductas fueron comparadas con las de la variedad injertada sobre sí misma y sin injertar. Los efectos provocados fueron evaluados sobre: parámetros vegetativos, fotosintéticos y de producción. Los resultados indicaron que el estrés salino afectó a los rendimientos de todas las combinaciones de porta-injertos, ocurriendo en menor grado con 'Creonte' y 'Atlante', con unos porcentajes del 44,5 y 43,7 %, respectivamente, y encontrando que esta disminución se elevaba al 54,1 y 60 %, en los casos del auto injerto de la variedad y de ésta sin injertar.

Palabras clave: *Capsicum annuum*; salinidad; rendimiento; injerto.

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la salinidad y la degradación del suelo, junto con el agotamiento de los acuíferos, reducen la producción alcanzable, poniendo en riesgo la capacidad de los agricultores para satisfacer las brechas de producción y mejorar la seguridad alimentaria. Asegurar una producción adecuada de alimentos, es por tanto un tema importante en el contexto de una población humana cada vez mayor. Las zonas cultivables que presentan problemas de salinidad, se están incrementando debido al uso de aguas de mala calidad y al cambio climático. El continuo aumento de la población mundial, además, obliga a la expansión de los cultivos a tierras salinas no utilizadas anteriormente, para poder así mantener el suministro mundial de alimentos con lo que se están agravando aún más los problemas de salinidad ya existentes en el agua y en el suelo [1]. Este problema es de gran importancia en las zonas de la cuenca Mediterránea con una agricultura intensiva.

El término “salinidad” implica alta concentración de sales en el suelo y/o el agua, y el NaCl constituye la parte predominante de esta salinidad. El estrés salino, es uno de los más importantes estreses abióticos en regiones áridas y semiáridas [2,3] y tiene el mayor impacto en la reducción de la superficie de tierra cultivada. Es también uno de los principales factores medioambientales que limita el crecimiento de las plantas y la productividad de los cultivos [4, 5, 6]. Bajo estrés, las plantas tienen menos materia seca, área foliar [7] y producción, y se modifican sus características morfológicas [8].

De entre los cultivos vegetales que crecen en el área mediterránea, el pimiento es uno de los más importantes y se considera como sensible a la salinidad [9], aunque algunos autores consideran, que solo es sensible en ciertas etapas de crecimiento [10,11] o su respuesta depende del cultivar [12]. Existen pocos estudios sobre el efecto del injerto en plantas de pimiento bajo condiciones de salinidad, aunque diversos autores [13] han justificado el aumento del crecimiento y del rendimiento de fruta en plantas injertadas en condiciones de salinidad, especialmente en tomate [14], sandía [15], o berenjenas [16].

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto amortiguador que ejercen los porta-injertos en plantas de pimiento en invernadero frente a estrés salino.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal y condiciones del invernadero

Se evaluaron plantas de la variedad Gacela ‘F1’ (Syngenta Seeds, Holanda) injertadas sobre tres porta-injertos comerciales y sobre sí mismas: Atlante (Ramiro Arnedo, España), Creonte (De Ruiter Seeds, Holanda) y Terrano (Syngenta Seeds, Holanda). Plantas de Gacela sin injertar e injertadas sobre los mismos porta-injertos, se usaron como control. Las plántulas se trasplantaron individualmente el 22 de diciembre de 2015 a macetas de 10 l. que contenían una mezcla de 50 % arena, 30 % de turba y 20% de vermiculita. El tratamiento de salinidad se inició el 14 de marzo añadiendo NaCl (35 Mm) a la solución de riego para llegar a una CE de 5,5 mS.cm⁻¹. La CE de la solución fertilizante en el tratamiento control fue de 1,8 mS.cm⁻¹. El riego por goteo se suministró basado en estimaciones de la evapotranspiración del cultivo semanal (ETC). La solución salina se dejó drenar libremente en las macetas y el drenaje osciló entre el 10% y el 20%, dependiendo de la radiación solar. El ciclo de cultivo finalizó el 25 de julio de 2016.

2.2 Parámetros medidos

Al final del ciclo de cultivo (202 DDT), 15 plantas de cada tratamiento se usaron para medir diferentes parámetros vegetativos: altura de la planta y biomasa aérea. Se analizó el intercambio

de gases en hojas totalmente desarrolladas a los 142 DDT (días después del trasplante), de 9:00-11:00 am (GMT). La tasa fotosintética (A_{max} , $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) se midió en condiciones constantes de saturación de luz ($800 \text{ mmol}/\text{m}^2\text{s}$) y 400 ppm de CO_2 con un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Se midió el potencial hídrico (Ψ_H), el cual se determinó con una cámara de presión (cámara Scholander) y la producción total la cual fue controlada en seis recolecciones.

2.3 Diseño del experimento

Plantas injertadas y sin injertar crecieron en una unidad modular de invernadero. El diseño experimental fue en bloques al azar. Cada tratamiento (material vegetal) tenía tres bloques y 8 plantas cada uno. El programa estadístico utilizado fue Statgraphics calculando las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de $P \leq 0.05$ de acuerdo al test LSD.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud de la planta se ha visto afectada por la salinidad [4,5] en plantas no injertadas en un 32,4 % (Tabla 1), sin embargo esta reducción es menor en plantas injertadas y siendo el injerto de Gacela sobre sí mismo el que presentó una menor reducción (alrededor de un 17%). Sin embargo la biomasa aérea aumenta en las plantas con sales en todos los casos, posiblemente promovida por una mayor lignificación en las estructuras de la planta.

Por lo que respecta a las relaciones hídricas e intercambio gaseoso (Tabla 1), se pudo observar que las plantas no injertadas presentan valores de potencial hídrico foliar (Ψ_H) más altos que las injertadas, y que los valores más bajos se daban en la variedad injertada, sobre 'Atlante' y 'Terrano', tanto en condiciones de estrés o no, aunque sin diferencias significativas entre tratamientos. Se constató la disminución de la fotosíntesis bajo condiciones de estrés salino, siendo una de las alteraciones fisiológicas más observadas [20], debida principalmente a una limitación estomática. La actividad fotosintética presentó valores más altos en las plantas injertadas bajo ambas condiciones NS y S, y siendo 'Creonte' la que presentó unos mayores valores (Tabla 1).

Con respecto a la producción (Tabla 1), el rendimiento de las plantas en condiciones salinas se ve afectado con una menor producción, descendiendo en un 60 % en las plantas no injertadas; sin embargo en las plantas injertadas esta reducción fue menor, destacando las plantas realizadas sobre 'Creonte' y 'Atlante', en las que la producción disminuyó en un 44 % y 45 %, respectivamente. Esta menor reducción en la producción, podría estar relacionada con la capacidad de regulación del porta-injertos en el transporte del Cl^- hacia los órganos sumidero de los frutos. Similares resultados se han constatado para plantas injertadas de tomate [14], y de pimiento [17].

4. CONCLUSIONES

La sal disminuyó la producción, el crecimiento, la fotosíntesis, aumentó la biomasa foliar y no afectó al Ψ_H . Se produjo un incremento en el crecimiento en G-G, un aumento de la fotosíntesis en G-C y en cuanto a la producción, en todas las combinaciones de plantas injertadas tanto en el tratamiento control como en el tratamiento salino, se observó una mayor producción con respecto a la variedad sin injertar, por lo que el efecto no es en sí del porta-injertos sino del hecho de injertar. Y a pesar de las bondades del injerto, los diferentes parámetros estudiados se vieron afectados en condiciones de salinidad.

5. REFERENCIAS

- [1] Jensen, C.R., Ørum, J.E., Pedersen, S.M., Andersen, M.N., Plauborg, F., Liu, F., Jacobsen, S.E., 2014. A short overview of measures for securing water resources for irrigated crop production. *J. Agron. CropSci.* 200: 333-343.
- [2] Ashraf M. and Harris P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant. Sci.* 166:16.
- [3] Hebbara M., Rajakumar G.R., Ravishankar G. and Raghavaiah C.V. 2003. Effect of salinity stress on seed yield through physiological parameters in sunflower genotypes. *Helia*26:155-160.
- [4] Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86: 247–260.
- [5] Demir, I. and Mavi, K. 2008. Effect of salt and osmotic stresses on the germination of pepper seeds of different maturation stages. *BrazilianArch. Biol. Technol.* 51: 897–902.
- [6] Tuna, A.L., Kaya, C., Higgs, D., Murillo-Amador, B., Aydemir, S. and Girgin, A.R. 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. *Environ. Exp. Bot.* 62:10–16.
- [7] Amirjani M.R. 2011. Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity on rice. *Int. Bot.* 7:73-81.
- [8] Zadeh H.M. and Naeini M.B. 2007. Effects of salinity stress on the morphology and yield of two cultivars of canola (*Brassica napus* L.). *J. Agron.*6:409-414.
- [9] Kurunc, A., Unlukara, A., Cemek, B. 2011. Salinity and drought affect yield response of bell pepper similarly. *Acta Agric. Scand. Sect., B: Soil Plant. Sci.* 61: 514–522.
- [10] Bethke, P. C. and Drew, M. C. 1992. Stomatal and non stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. *Plant Physiol.* 99: 219–226.
- [11] De Pascale, E., Ruggiero, C., Barbieri, G., and Maggio, A. 2003. Physiological responses of pepper to salinity and drought. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*128: 48–54.
- [12] Niu, G., Rodriguez, D. S., Crosby, K., Leskovar, D. y Jifon, J. 2010. Rapid screening for relative salt tolerance among Chile pepper genotypes. *HortSci.* 45: 1192-1195.
- [13] Colla, G., Roupael, Y., Leonardi, C. and Bie, Z. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Sci. Hortic.* 127:147-155.
- [14] Estañ, M. T., Martínez-Rodríguez, M. M., Pérez-Alfocea, F., Flowers, T. J. y Bolarin, M. C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. Exp. Bot.* 56: 703-712.
- [15] Yetisir, H. y Uygur, U. 2010. Responses of grafted watermelon on to different gourd species to salinity stress. *J. PlantNutr.* 33: 315-327.
- [16] Wei, G. P., Zhu, Y. L., Liu, Z. L., Yang, L. F. y Zhang, G. W. 2007. Growth and ionic distribution of grafted eggplant seedling with NaCl stress. *Acta Bot. Boreal Occident Sin.* 27, 1172-1178.
- [17] Calatayud, A., Marsal, J.I., Lopez-Galarza, S., San Bautistas, A., Nebauer, S.G. 2011. Efecto del injerto sobre la respuesta a la salinidad de pimiento. *Actas de Horticultura.* 58:139-143.

Tabla 1. Parámetros vegetativos, hídricos, fotosintéticos y productivos de las plantas de pimiento con cada combinación de injerto y control, en estrés (S) y no estrés (NS).

Parámetros	TTO	G	G-G	G-C	G-A	G-T
Longitud (cm)	NS	84,33cB	74,33bB	68,00abB	67,33abB	66,00aB
	S	57,00aA	62,33bA	55,33aA	55,67aA	54,67aA
Biomasa aérea	NS	5,90bA	5,67abA	5,08aA	5,42abA	5,76abA
	S	6,13abB	6,06abB	5,31aB	5,68abB	6,35bB
Ψh (MPa)	NS	-0,94aA	-0,78aA	-0,64abA	-0,56bA	-0,52bA
	S	-1,11aA	-0,88bA	-0,69bA	-0,55±bA	-0,57bA
A_N (μmol CO₂.m⁻².s⁻¹)	NS	12,86aB	13,46aB	16,21aB	14,33aB	14,02aB
	S	8,88aA	9,60aA	12,43aA	10,30aA	10,12aA
Producción (Kg.planta⁻¹)	NS	1,10aB	1,36bB	1,34bB	1,26bB	1,29bB
	S	0,44aA	0,62bA	0,75bA	0,70bA	0,64bA

G: Gacela; G-G: Gacela-Gacela; G-C: Gacela-Creonte; G-A: Gacela-Atlante; G-T: Gacela-Terrano. Letras diferentes indican diferencias significativas, las minúsculas entre porta-injertos y las mayúsculas entre tratamientos (Test LSD, P<0,05).